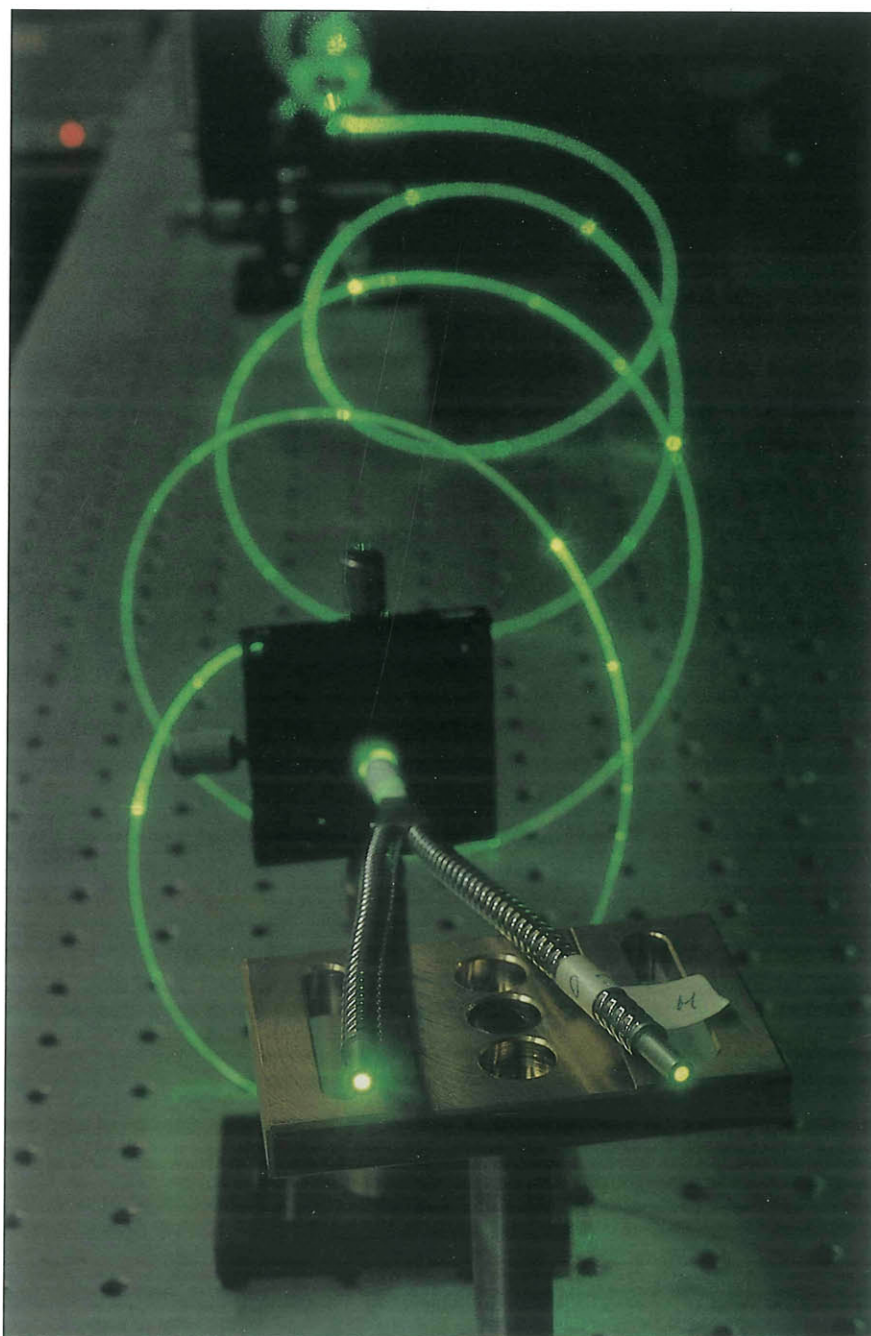


José A. Martín-Pereda  
Ana González-Marcos

# Las “superautopistas de la información”: nuevas ideas para viejos conceptos

Hay un hecho que resulta evidente: la ISDN (Red Digital de Servicios Integrados) sólo podrá penetrar de forma efectiva en la sociedad cuando esta vea que los servicios que puede proporcionar satisfacen un amplio conjunto de necesidades reales.

*Ensayos con fibra óptica  
en el laboratorio.*



MARIANO FRANCO / CSIC



Aunque sólo en los últimos meses han llegado a los grandes rotativos los planes para lo que parece podría ser la puesta en marcha de un sistema de comunicaciones capaz de llevar a cualquier rincón del Planeta toda la información que un usuario pueda desear, el hecho cierto es que el nacimiento de su concepto se remonta a bastantes años atrás. De hecho, cuando uno de los firmantes de estas líneas empezó a dar sus primeras charlas sobre comunicaciones ópticas, a mediados de la década de los setenta, una de las cosas que planteaba como ventaja de las mismas era la de poder facilitar la presencia de videoteléfonos en las casas y poder acceder desde estas a cualquier gran ordenador de otro país. Han pasado casi 20 años desde entonces y, ni los unos están presentes en los hogares, ni desde estos se accede a las grandes bases de datos. ¿Qué ha pasado desde entonces y qué ha hecho que ahora se hable un poco más de este tema?

La razón es bastante sencilla. Ha sido, esencialmente, que el Gobierno de Clinton ha decidido, en un hábil golpe de mercadotecnia, vender a la opinión pública una serie de temas que pueden actuar como revulsivo en las economías de algunos países industrializados. Y uno de estos temas es el de lograr una nueva revolución en las telecomunicaciones, gracias al fácil acceso, por parte de cualquier abonado, a un número elevado de nuevos servicios. Si se consigue o no, es algo que sólo veremos en los próximos años. Pero el hecho concreto es que el concepto de 'superautopistas de la información', término con el que se ha vendido, ha traspasado los ambientes técnicos y ha llegado al gran público.

Aunque sólo sea con el fin de aclarar algunos conceptos, y plantear la situación actual y algún previsible futuro, parece necesario hacer algún breve alto en el camino y señalar qué es lo

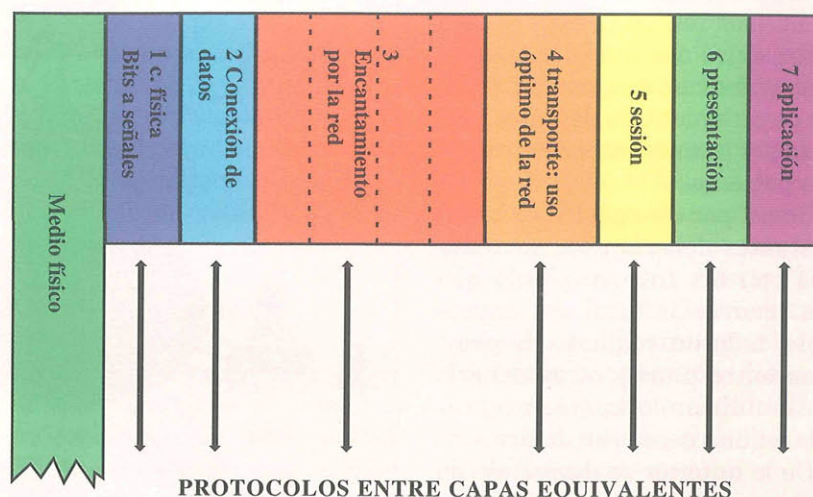


Figura 1. Esquema general de los niveles OSI, para la interconexión de sistemas de comunicación abiertos.

que hay detrás de esas "superautopistas de la información".

La raíz de los cambios habidos en comunicaciones en la última década se han basado, esencialmente, en la introducción en ellas de dos técnicas de carácter muy distante entre sí. La primera es la del uso de señales digitales, en lugar de las analógicas usadas hasta ahora en telefonía. La segunda ha sido el empleo de fibra óptica como medio transmisor de señales, desplazando con ello al clásico conductor de cobre.

### Red digital B-ISDN

De esa unión surgió, hacia 1984, la idea de una Red Digital de Servicios Integrados, más conocida por sus siglas inglesas ISDN (Integrated Services Digital Network), precursora de la futura B-ISDN, en la que ya se introducirían servicios de Banda Ancha. Las ventajas del nuevo sistema se encontraban en la mayor insensibilidad frente a perturbaciones externas, en la recepción de señales más puras y con menos ruidos y, sobre todo, en su mayor capacidad para transmitir señales.

Tras las recomendaciones del CCITT (Comité Consultivo Inter-

nacional de Telefonía y Telegrafía), la entonces denominada CEE, EEUU y Japón, iniciaron sus propios programas para desarrollar las tecnologías necesarias. El programa de la CEE adoptó el nombre de RACE (por R&D in Advanced Communications Technologies in Europe) y todavía sigue su marcha. Su base ha sido la colaboración entre las administraciones y las industrias de los países involucrados, colaboración en la que podían también participar universidades y centros públicos o privados de investigación.

El concepto básico de la ISDN se encuentra recogido en la recomendación I.120 del CCITT, que dice: "...la característica principal de la ISDN es la de poder soportar un gran número de servicios, tanto de voz como de no-voz, en una misma red." Para lograrlo, el CCITT preparó un elevado número de nuevas recomendaciones que abarcaban desde los conceptos básicos de la ISDN, a los de servicios que podrían darse, pasando por las interfaces entre equipos y las modalidades de señalización necesarias. Y dado que una única red debía ser capaz de soportar cualquier esquema de conexión y cualquier tipo de señal, fue preciso



también determinar las técnicas y las normas mediante las cuales el enlace entre dos usuarios pudiera hacerse de manera general, a través de un único tipo de línea, bien fuera por conmutación de circuitos o de paquetes.

Como, por otra parte, las redes existentes deberían ser compatibles con las futuras, dado que una renovación total era impensable, todo un conjunto de pasarelas entre unas y otras debería irse habilitando hasta integrar todo en una única estructura.

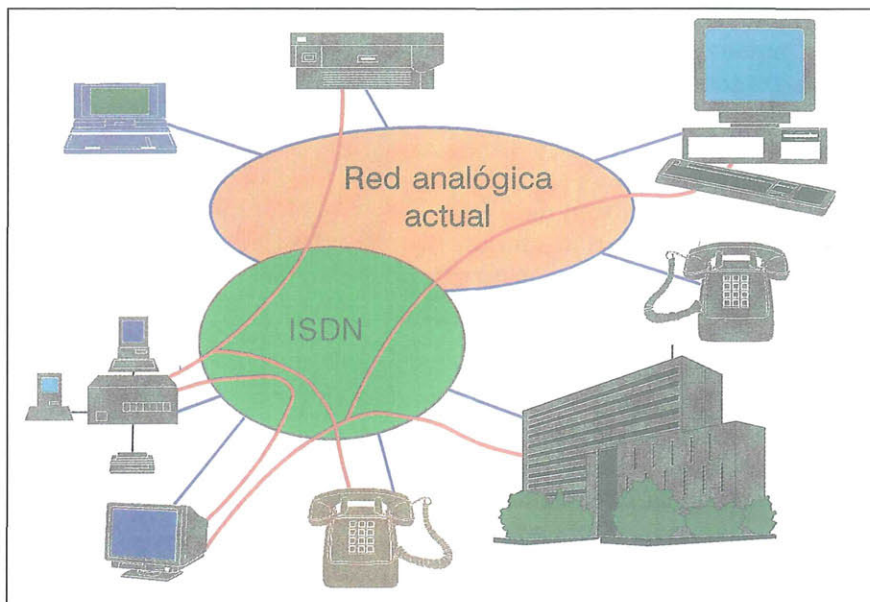
De lo anterior se desprende un hecho que resulta evidente: la ISDN sólo podrá penetrar de forma efectiva en la sociedad, cuando esta vea que los servicios que puede proporcionar satisfacen un amplio conjunto de necesidades reales. Es por ello por lo que el videoteléfono, ampliamente comentado en los años setenta, jamás llegó a actuar como locomotora de un sistema como el presente. Y dadas las grandes inversiones de todo tipo que son necesarias para desarrollarla en su totalidad, sólo cuando los resultados económicos sean seguros, se llevará a cabo.

El intentar que penetre de una forma completa en la sociedad, es la fase en la que nos encontramos hoy.

Puede afirmarse que la mayor parte de las tecnologías que son necesarias para desarrollar todos los conceptos requeridos por la B-ISDN, están presentes, en artículos y ponencias de congresos, desde hace bastantes años. Y también que la transmisión de señales ópticas por fibra, y el empleo de señales digitales, son la base de todo el sistema.

### Labor de armonización

El hacer que todos los desarrollos que se llevan a cabo en ambos campos, en los distintos países industrializados, sean compatibles entre sí, exige una labor de armonización muy importante. Dado que las comunicaciones han de entenderse hoy como una actividad



**Figura 2.** Esquema de un sistema híbrido de comunicaciones en el que se observan conexionadas una red analógica y una digital, a las que se conectan diferentes tipos de servicios. En línea roja aparecen posibles conexiones.

de carácter global, ha de existir un nivel mínimo de estandarización para todos los servicios que se planteen. Esa es la labor que realiza el CCITT con las recomendaciones que, periódicamente, publica.

Entre las más importantes, por lo que implica su incidencia en la B-ISDN, se encuentra la que se refiere a la clasificación ordenada del proceso de las comunicaciones, entendidas estas como un todo. Normalizaciones previas atendían a aspectos diversos de un determinado sistema o técnica y, en muchas ocasiones, llegaban a solaparse. El presente objetivo es que todo sistema sea transparente a cualquier tipo de señal, independientemente de dónde se haya generado. Este marco es el denominado OSI (Open Systems Interconnection) y, aunque se ha desarrollado otro equivalente en EEUU, la convergencia entre ambos parece asegurada. Como su presentación permite diferenciar, claramente, las características de cada nivel en un sistema de comunicaciones las aprovecharemos aquí para indicar las tecnologías involucradas en B-ISDN.

El modelo OSI está configurado como una superposición de

siete capas, cada una de ellas apoyada en las inferiores, y con la obligatoriedad de comunicarse, de manera transparente, con las equivalentes de otros sistemas. (Ver figura 1).

El medio físico sobre el que se sustentan estas siete capas es esencialmente, en B-ISDN, la fibra óptica. La posibilidad de que la portadora de señales que circulan por ella, la luz de un láser de semiconductor, esté por encima de los 10 THz, al menos tres órdenes de magnitud superior a la usada en otros sistemas como los de microondas, permite incrementar de manera considerable el ancho de banda transmitido. La transmisión simultánea de voz, imágenes y datos está así asegurada, con tal de que el medio, la fibra óptica, reúna las condiciones adecuadas.

Y la situación actual de la fibra óptica está ya muy próxima, en lo que se refiere a atenuación, a lo que sus límites físicos determinan: próxima a los 0,1 dB/km. La existencia, por otra parte, de fibras especiales en las que la dispersión cromática y la modal es casi nula a las frecuencias situadas en las denominadas segunda

y tercera ventana, en torno a 1,3 y 1,55 micras respectivamente, hace que la distorsión de los pulsos transmitidos sea cada vez menor, aunque las distancias sean de decenas de kilómetros. Finalmente, la aparición en los últimos años de fibras dopadas con erbio, que actúan como amplificadoras de luz sin necesidad de etapas de conversión óptica-electrónica-óptica, y el inicio de la transmisión de solitones ópticos, que pueden recorrer miles de kilómetros sin sufrir distorsión, hace que el medio transmisor, la fibra óptica, posea ya unas características idóneas para transmitir información a cualquier rincón del Globo y en la cantidad que sea precisa.

Podría decirse, continuando con la misma tónica indicada para las fibras, que gran parte de la tecnología necesaria para desarrollar la B-ISDN ya existe. A modo de indicación, y como ejemplo, sólo precisaremos un campo en el que el grado de desarrollo no es aún el ade-

cuado. Es importante, por lo que tiene en común con otros entornos como puede ser el de los ordenadores. Este campo es el que abarca a las interconexiones ópticas y a la conmutación fotónica. Muchos otros podrían hacerse aflorar pero, como ejemplo, creemos que con uno es suficiente.

### **El medio holográfico**

Una de las ventajas de trabajar con luz es la de poder usar el paralelismo que lleva innato. Pero para hacerlo es necesario disponer de elementos que sean capaces de encaminar la luz a diferentes direcciones, de acuerdo con las características y la información que esta tenga, y entre las que se puede señalar, por ejemplo, el destino de un mensaje. El medio propuesto, y empleado en realizaciones de laboratorio hasta ahora de manera más usual, es el holográfico, que permite desviar un haz de luz un cierto ángulo, de

acuerdo con el montaje de grabado que se haya hecho.

Pero si esta técnica es válida para interconexiones estáticas entre planos, a pesar de que aún existan multitud de problemas, en las dinámicas, en las que de forma instantánea han de cambiarse las direcciones de salida, no hay todavía una solución correcta. Este campo que, según los resultados actuales, podrá ofrecer velocidades de conmutación por debajo de los picosegundos, está todavía bastante lejos de haber llegado a la madurez.

Existen muchos otros conceptos en los que aún es necesaria una gran cantidad de horas de I+D para hacer que puedan incorporarse a un sistema que trabaje de forma continua, o a un terminal de abonado. Pero la mayor parte de las ideas requeridas están ya presentes. Sólo parece necesario tiempo para mejorarlas y, sobre todo, fuertes inversiones económicas para llevarlas a cabo.



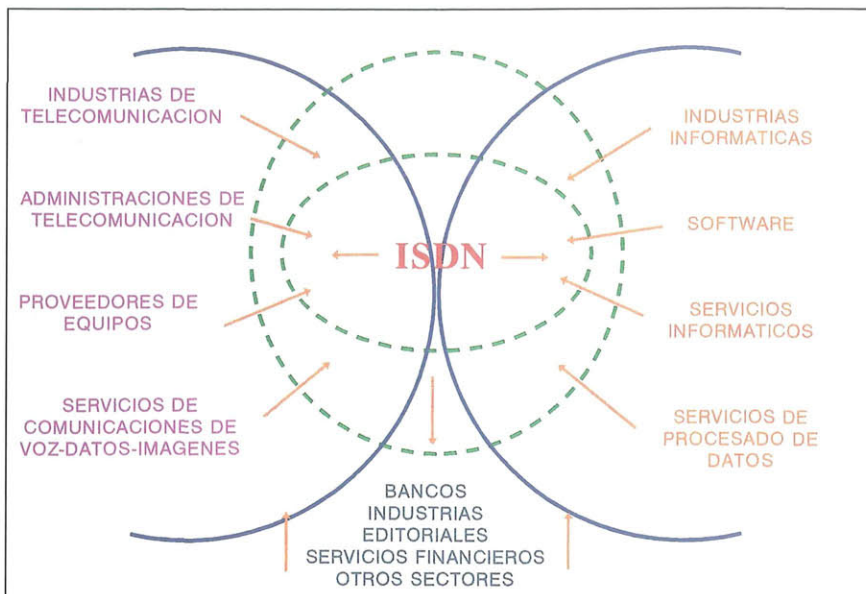


Figura 3. Principales participantes en una red de servicios integrados (ISDN).

¿Por qué ahora parece que ha llegado ese momento, y no hace algunos años?

Ya se ha dicho antes que el lanzamiento de este tema como prioritario tiene, como muchos otros en anteriores ocasiones, un aspecto puramente económico. La diferencia de que ahora pueda tener, en principio, una mayor viabilidad que hace una década, aparte del posible avance tecnológico realizado, es la de que se le ha encontrado una aplicación con un mercado potencialmente mayor que el pensado inicialmente. Este mercado es el de la introducción de las comunicaciones "multimedia".

### Principales clientes

Hasta hace muy poco, los principales clientes potenciales de la B-ISDN eran las grandes corporaciones y los grandes centros de desarrollo. Su interés por ella se debía a la posibilidad de transmitir datos a muy alta velocidad, lo que redundaba en una mayor economía de los costos. La nueva orientación que se ha dado ha sido la de intentar extender su uso a pequeños negocios e incluso, a los hogares. Si se quiere que la B-ISDN forme parte de la infraestructura de las telecomunicaciones, es

esencial que los abonados posibles lleguen al nivel de usuario personal y usen la ISDN de la misma manera que usan el teléfono o el ordenador personal. Con ello, al aumentar el mercado, los gastos de desarrollo de los distintos productos podrían amortizarse con mayor facilidad.

Para lograrlo es preciso que los servicios ofertados por la ISDN sean otros que los previstos hasta ahora. Y lo que es aún más importante, es preciso contar con el hecho de que las necesidades o los deseos de estos nuevos usuarios pueden variar de un día a otro y, en general, no ser previstos de antemano. Además, hay que contar con el hecho de que los usuarios de ISDN podrán querer contactar con usuarios no-ISDN; y esto obliga a disponer de redes híbridas, como la mostrada en la figura 2, de la que estarán colgados muy diversos clientes. Clientes, a los que para facilitarles un mayor número de servicios de la manera más cómoda posible, habrá de dotárseles de terminales bastante diferentes a los actuales. Estos nuevos terminales podrán ser equivalentes a los ordenadores personales de hoy, pero con un mayor número de prestaciones. Además de la capacidad de cálculo usual, a ellos

podrá llegar voz e imagen de otros abonados, tener acceso a líneas de alta velocidad e, incluso, actuar de manera interactiva con canales por cable de TV de alta definición. En resumen, ser una herramienta de comunicaciones multimedia.

Para que todo ello sea posible será necesaria la cooperación de todo un conjunto de actores, (figura 3), y que, como puede verse, van desde las administraciones hasta los fabricantes de equipos de comunicaciones o de ordenadores, pasando por los de *software* o los de servicios. El énfasis dado hasta ahora a servicios como el vídeo a voluntad conducían a un callejón sin salida. No era suficiente y las inversiones no estarían justificadas. No se trata de 500 canales de televisión, sino de una verdadera autopista interactiva. Y de que, al mismo tiempo, el PC llegue a ser un dispositivo de comunicación real.

Entre los primeros usos que se prevén estarán la videoconferencia a bajo coste, así como el correo electrónico generalizado. Sólo ampliando el uso de este tipo de PCs a las oficinas y al hogar, el futuro previsto para la ISDN será realidad. Todo un conjunto de alianzas están fraguándose en todo el mundo, entre operadores de red y fabricantes de sistemas de comunicaciones y de ordenadores, para conseguirlos. Los problemas que pueden verse en las revistas especializadas son numerosos. La liberalización de las comunicaciones es una de las etapas que queda por alcanzarse a nivel mundial. Pero es de esperar que se resuelva.

Si con todo ello se logra una cierta reactivación económica, es algo que se verá en los próximos años.

**José A. Martín-Pereda**  
y **Ana González-Marcos**,  
Departamento de Tecnología Fotónica  
de la Universidad Politécnica de  
Madrid y Departamento de  
Automática de la Universidad de  
Alcalá de Henares, respectivamente.